

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. April 2004 (01.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/026434 A1(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B01D 35/143,**
G01B 17/02[DE/DE]; Johann-Sebastian-Bach-Strasse 11, 71254
Ditzingen (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/001934

(74) Gemeinsamer Vertreter: **ROBERT BOSCH GMBH;**
Postfach 30 02 20, 70442 Stuttgart (DE).(22) Internationales Anmeldedatum:
11. Juni 2003 (11.06.2003)(81) Bestimmungsstaaten (*national*): JP, US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (*regional*): europäisches Patent (AT,
BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR,
HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
102 42 300.8 12. September 2002 (12.09.2002) DE

Veröffentlicht:

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **ROBERT BOSCH GMBH** [DE/DE]; Postfach 30 02
20, 70442 Stuttgart (DE).

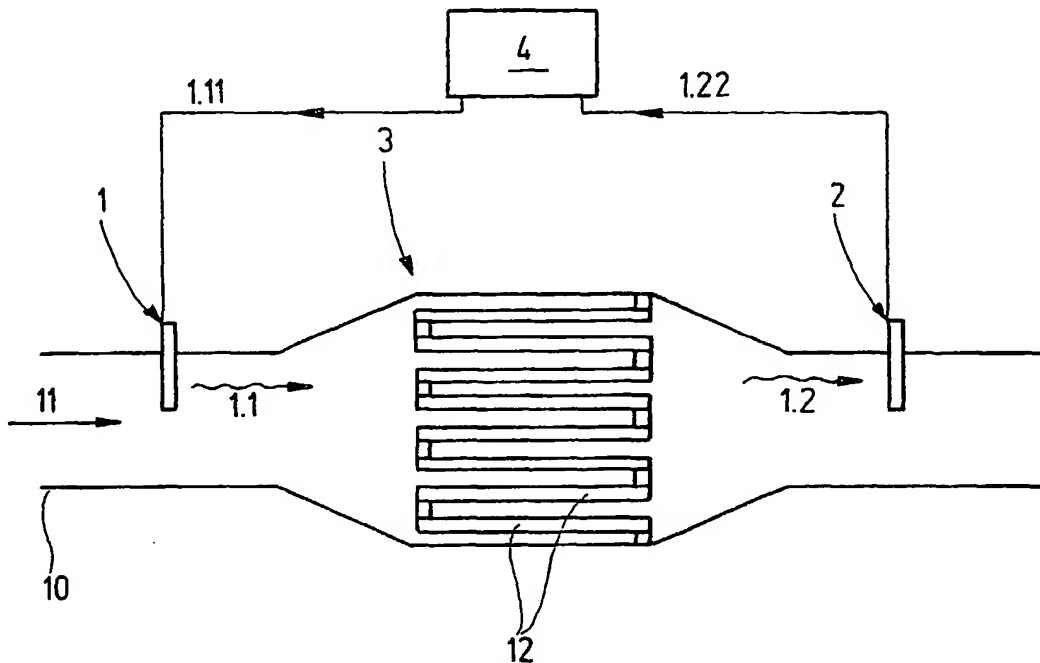
— mit internationalem Recherchenbericht

(72) Erfinder; und

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Ab-
kürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Co-
des and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der
PCT-Gazette verwiesen.(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **BREUER, Norbert**

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR DETERMINING THE STATE OF A PARTICLE FILTER

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUR BESTIMMUNG DES ZUSTANDS EINES PARTIKELFILTERS



(57) Abstract: The invention relates to a device for determining the state, especially the permeability, of a particle filter. Said device comprises a sound source (1) for emitting a sound signal (1.1) in the direction of the particle filter (3) and a sound receiver (2) for receiving the sound signal (1.2) modified by the particle filter (3). A control and evaluation unit (4) is also provided for controlling the sound source (1) and for evaluating the received sound signal (1.2).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



(57) Zusammenfassung: Die erfindungsgemäße Vorrichtung dient zur Bestimmung des Zustands, insbesondere der Permeabilität eines Partikelfilters. Dazu weist die Vorrichtung eine Schallquelle (1) zum Aussenden eines Schallsignals (1.1) in Richtung des Partikelfilters (3) und einen Schallempfänger (2) zum Empfangen des vom Partikelfilter (3) veränderten Schallsignals (1.2) auf. Zusätzlich ist eine Steuer- und Auswerteeinheit (4) zum Ansteuern der Schallquelle (1) und zum Auswerten des empfangenen Schallsignals (1.2) vorgesehen.

5

Vorrichtung und Verfahren zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters

- 10 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters mit den im Oberbegriff des Patentanspruchs 1 genannten Merkmalen und ein Verfahren zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters mit den im Oberbegriff des
- 15 Patentanspruchs 9 genannten Merkmalen.

Stand der Technik

- 20 Insbesondere bei Dieselmotoren ist der Zusammenhang zwischen der Entstehung von Stickoxiden und Partikeln sowie dem Treibstoffverbrauch ein besonders schwieriger, denn Maßnahmen zur die Stickoxidver-
- 25 sionen und des Treibstoffverbrauchs. Da die Partikelemission nicht gänzlich vermieden werden kann, sind geeignete Maßnahmen zu ergreifen.

- Zur Einhaltung strengerer Abgasgrenzwerte können
- 30 Partikelfilter (DPF) im Kraftfahrzeug (KFZ) einen wichtigen Beitrag liefern. Diese filtern mit einem hohen Wirkungsgrad Partikel aus dem Abgasstrom heraus.

Partikel und Dieselpartikel im Besonderen sind zum Teil Agglomerate von Primärpartikeln aus Kohlenwasserstoffverbindungen. Zum Teil bestehen sie aus
5 reinem Kohlenstoff. Sie entstehen durch unvollständige Verbrennung im Brennraum und weisen eine Größe von 50 bis 200 nm auf. Normalerweise sind sie von unregelmäßiger geometrischer Gestalt. Menge und Zusammensetzung der Partikel sind stark von den Mo-
10 torlastverhältnissen, vom Einspritzsystem und von der chemischen Zusammensetzung des Treibstoffs abhängig.

Durch die abgelagerten Feststoffe wird die Permeabilität des Filters verringert, wodurch der Abgas-
15 gegendruck steigt, was wiederum zu Leistungseinbußen des Motors bzw. zur Verbrauchserhöhung führt. Die Filter werden deshalb bei Erreichen eines gewissen Füllstands regeneriert. Hierbei wird durch
20 eine Temperaturerhöhung der größte Teil der Partikelfracht, der oxidierbar ist, in gasförmiges Kohlendioxid CO_2 und Kohlenmonoxid CO überführt und somit aus dem Filter entfernt. Nach erfolgreicher Regeneration nimmt der Abgasgegendruck wieder einen
25 wesentlich geringeren Ausgangswert an.

Die Bestimmung der abgeschiedenen Masse an Partikeln im Filter kann im KFZ nicht direkt erfolgen. Statt dessen werden alternative Wege beschritten,
30 um den optimalen Zeitpunkt zur Einleitung von Regenerationsmaßnahmen zu ermitteln.

Bekannt ist der Einsatz eines Differenzdrucksensors, welcher den Druckabfall über dem Filterkörper

ermittelt. Der Differenzdruck und damit der Druckabfall werden jedoch sowohl durch die Filterpermeabilität als auch durch den Volumenstrom am Filter bestimmt. Der Volumenstrom hängt seinerseits von den Betriebsbedingungen des Motors und der Abgas-
5 temperatur am Filterkörper ab, so dass sich eine große Querempfindlichkeit zu verschiedenen Einflussparametern ergibt. Bei der üblichen Verwendung von keramischen Wandstromfiltern mit parallel geschalteten Kanälen ergibt sich der Strömungswider-
10 stand als Parallelschaltung über alle Filterkanäle und den darauf befindlichen Flächenelementen. Wird ein genügend großer Teil dieser Flächenelemente durch die Regeneration gereinigt, so senkt sich der
15 Strömungswiderstand so weit ab, dass ein Steuergerät, welches die Regeneration überwacht, irrtümlich von der Vollständigkeit der Regeneration ausgehen könnte und die Maßnahme zur Temperaturerhöhung und damit die Partikeloxidation beendet. Hierdurch kann
20 es zu unerwünschten Akkumulationen von brennbarem Material in Teilbereichen des DPF kommen.

Eine weitere Möglichkeit zur Ermittlung des Beladungszustands des DPF besteht darin, mit Hilfe von
25 Kennfelddaten die aus dem Motor emittierte Partikelmasse durch zeitliche Integration über die angefahrenen Betriebspunkte zu berechnen. Dieses Verfahren besitzt insbesondere bei dynamischen Fahrbedingungen und durch die Gefahr einer fehlerbedingten
30 Änderung der Partikelemission eine sehr große Unsicherheit. Es kann zur Plausibilitätsprüfung für andere Messverfahren mit berücksichtigt werden.

Zur Umgehung dieser Unsicherheit in der berechneten Partikelemission besteht eine weitere Möglichkeit darin, die Partikelkonzentration vor dem DPF mit Hilfe eines Sensors zu messen.

5

Bedingt durch teilweise erhebliche technische Schwierigkeiten konnte sich bisher keines der Prinzipien bis zur Marktreife durchsetzen.

- 10 Wie bereits erwähnt, ist der Sensor nur ein Hilfsmittel, um den Füllstand des DPF durch Integration der vom Motor erzeugten Partikelmenge abzuschätzen. Eine Unsicherheit in der Bestimmung des Füllstands entsteht durch das Regenerationsverfahren an sich.
- 15 Da die Erhöhung der Temperatur einen erheblichen Eingriff in das Motormanagement darstellt, sollte diese Maßnahme so selten und so kurz wie möglich durchgeführt werden. Hierdurch kann in der Praxis das Problem auftreten, dass der DPF nicht vollständig regeneriert und Bereiche im Filter mit einer
- 20 teilweisen Restbeladung bestehen bleiben. Akkumuliert sich während der folgenden Beladungsphase weiterhin Partikelmasse in diesem Bereich, so kann lokal eine kritische Beladungskonzentration auftreten, welche bei nachfolgenden Regenerationszyklen zur Überhitzung dieser Areale führt. Hierdurch können Filterstrukturen irreversibel beschädigt werden.

30

Vorteile der Erfindung

Die erfindungsgemäße Vorrichtung und das erfindungsgemäße Verfahren haben den Vorteil, dass damit

bereits während der Regenerationsphase der Zustand des Partikelfilters und damit neben dem Füllstand und der Permeabilität auch dessen Regenerationsgrad zuverlässig bestimmt werden können.

5

Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters weist eine Schallquelle zum Aussenden eines Schallsignals in Richtung des Partikelfilters und einen Schallempfänger zum Empfangen des vom Partikelfilter veränderten Schallsignals auf. Zusätzlich ist eine Steuer- und Auswerteeinheit zum Auswerten des empfangenen Schallsignals vorgesehen.

15 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters weist folgende Schritte auf. Mittels einer Schallquelle wird ein Schallsignal in Richtung des Partikelfilters gesandt. Mittels eines Schallempfängers wird das
20 durch den Partikelfilter veränderte Schallsignal empfangen und mittels einer Auswerteeinheit daraus der Zustand des Partikelfilters bestimmt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung
25 ergeben sich aus den in den abhängigen Patentansprüchen angegebenen Merkmalen.

Die Schallquelle der erfindungsgemäßen Vorrichtung kann ein Motor, eine Pfeife oder ein Lautsprecher
30 sein. Wird der Motor des KFZ als Schallquelle benutzt, reduziert sich die Anzahl der im Abgastrakt einzubauenden Komponenten.

- 6 -

In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung ist die Schallquelle derart ausgebildet, dass das erzeugte Schallsignal im Ultraschallbereich liegt. Damit lässt sich die räumliche Auflösung verbessern.

Der Schallempfänger der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist vorteilhafterweise ein Mikrofon.

10 In einer Weiterbildung der Erfindung ist die Schallquelle auf der einen Seite des Partikelfilters und der Schallempfänger auf der anderen Seite des Partikelfilters angeordnet.

15 Es ist auch möglich, dass die Schallquelle und der Schallempfänger auf einer Seite des Partikelfilters angeordnet sind. Damit lassen sich die vom Partikelfilter reflektierten veränderten Schallwellen auswerten.

20

Zudem kann bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung ein weiterer Schallempfänger vorgesehen sein, wobei der eine Schallempfänger auf der einen Seite des Partikelfilters und der andere Schallempfänger auf
25 der anderen Seite des Partikelfilters angeordnet ist.

In einer weiteren Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung ist die Auswerteeinheit derart
30 ausgebildet, dass sie die Amplitude auszuwerten und/oder die Phasenlage der beiden Schallsignale miteinander vergleichen kann.

Bei einer Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens werden die Phase und/oder die Amplitude des empfangenen Schallsignals ausgewertet.

- 5 Vorteilhafterweise wird von der Schallquelle ein sinus- oder impulsförmiges Schallsignal erzeugt.

10 Zudem ist es von Vorteil, anhand des ausgesendeten und des empfangenen Schallsignals die Umgebungstemperatur zu bestimmen. Die Kenntnis über die Umgebungstemperatur und damit die Abgastemperatur ist hilfreich, um die Regenerierung des Partikelfilters zu kontrollieren.

15

Zeichnungen

20 Die Erfindung wird im Folgenden in mehreren Ausführungsbeispielen anhand von drei Figuren näher erläutert.

25

Figur 1 zeigt eine prinzipielle Darstellung einer ersten Ausführungsform der Erfindung im Querschnitt.

Figur 2 zeigt den zeitlichen Verlauf eines ausgesendeten und des empfangenen Schallsignals.

30 Figur 3 zeigt eine prinzipielle Darstellung einer zweiten Ausführungsform der Erfindung im Querschnitt.

Die Erfindung nutzt den Effekt, dass poröse Materialien gegenüber Schall eine Impedanz aufweisen, welche von der Struktur des Materials abhängt. Somit besitzt ein beladener Filter, der beispielsweise zusätzlich ein Oberflächenfiltrat aufweist, eine andere Schallimpedanz als ein unbeladener Filter. Die Messung des Abgasgegendrucks stellt den Grenzfall für die Gleichstromimpedanz mit verschwindend geringer Frequenz dar.

10

Deshalb wird die Durchlässigkeit des Schalls und ggf. eine Änderung der Phase in Abhängigkeit von der Frequenz zunächst für unterschiedliche DPF-Beladungen bestimmt. Während des Betriebs wird die Schallimpedanz bestimmt und mit den vorher bestimmten Impedanzen verglichen. Hieraus ergibt sich der Beladungszustand des DPF. Gemäß einer Regenerationsstrategie kann dann eine geeignete Regenerationsmaßnahme beispielsweise bei Überschreiten eines gewissen Füllstands eingeleitet werden. Die Bestimmung der akustischen Impedanz kann im Fahrzeug auf verschiedene Arten erfolgen.

15

20

25 Beschreibung des ersten Ausführungsbeispiels

Bei der in Figur 1 gezeigten Ausführungsform der Erfindung ist in einem Abgasrohr 10 eine Schallquelle 1, auch als Schallgeber bezeichnet, in Strömungsrichtung 10 des Abgases vor dem DPF 3 und ein Schallempfänger 2 hinter dem DPF 3 angeordnet.

30

Die Schallquelle 1 erzeugt eine Schallwelle 1.1, die durch den Partikelfilter 3 modifiziert als Schall-

welle 1.2 am Schallempfänger 2 ankommt und von diesem empfangen wird. Die durch den Schallempfänger 2 in ein elektrisches Signal 1.22 umgewandelte empfangene Schallwelle 1.2, wird von einer Auswerteeinheit 4 ausgewertet. Auf die Auswertung wird weiter unten noch näher eingegangen.

Die beiden Elemente Schallquelle 1 und Schallempfänger 2 können auch in umgekehrter Reihenfolge im Abgasrohr 10 eingebaut sein.

Als Schallquelle 1 kann z.B. Piezolautsprecher oder Pfeife verwendet werden. Der Schallempfänger 2 kann z.B. ein Mikrofon sein.

Die Schallwelle 1.1 wandert durch die Filterstruktur hindurch, wird in der Intensität abgeschwächt und in der Phase verschoben. In Figur 2 sind die entsprechenden Signalverläufe gezeigt. Auf der y-Achse ist die Amplitude und auf der x-Achse die Zeit aufgetragen.

Bei Kenntnis des anregenden Signals 1.11 und des ankommenden Signals 1.22 können die beiden Größen Phasenverschiebung und Intensitätsabnahme bestimmt werden.

Als anregendes Signal 1.11 kann beispielsweise ein Sinussignal verwendet werden, welches die frequenz aufgelöste Auswertung erheblich vereinfacht. Andere Signalformen sind ebenfalls möglich und können mittels Fourieranalyse in die Frequenzkomponenten zerlegt werden. Es kann auch direkt die Signaltransmission eines beispielsweise kurzen Schallimpulses

ausgewertet werden. Durch die Wahl der Signalformen und dem Vermessen des Grundsignals ohne aktiven Schallgeber 1, kann das Hintergrundsignal, welches beispielsweise durch den Motor verursacht wird, ermittelt und bei der Auswertung berücksichtigt werden.

Durch die Auswertung der Impedanz bei verschiedenen Frequenzen ist es möglich, Einblicke in die räumliche Verteilung der Partikelablagerungen im DPF 3 zu bekommen. Grundsätzlich ist es so möglich, Unterschiede zwischen Ablagerungen, welche sich am vorderen bzw. hinteren Ende des DPF 3 befinden, zu unterscheiden.

Die erreichbare räumliche Auflösung wird wesentlich durch die verwendete Wellenlänge bzw. die Frequenz bestimmt. Zur Erreichung einer örtlichen Auflösung in der Größenordnung des Partikelfilters werden Frequenzen oberhalb von 500 Hz oder noch besser oberhalb von 2 kHz verwendet. Ist nur die Gesamtpermeabilität des Partikelfilters 3 interessant, können auch niedrigere Frequenzen verwendet werden.

Für zeitliche Impulse ergibt sich entsprechend eine maximale Impulslänge im ms Bereich.

Durch die Verwendung von Ultraschall kann die Auflösung erheblich verbessert werden.

Im allgemeinen ist die radiale Verteilung der Partikel über die parallel geschalteten Kanäle 12 des Partikelfilters 3 homogen. Nähere Informationen über eine möglicherweise inhomogene Verteilung in

radialer Richtung können durch die Verwendung mehrerer Schallgeber und/oder Schallempfänger gewonnen werden. Im Bedarfsfall kann so eine kanalweise Analyse der DPF-Beladung erfolgen.

5

Beschreibung des zweiten Ausführungsbeispiels

Anstelle der oben beschriebenen Anordnung von
10 Schallquelle 1 und Schallempfänger 2 auf zwei Seiten des DPF 3 zur Transmission des Schalls, kann die Anordnung von Schallgeber 1 und Schallempfänger 2 auf einer Seite des DPF auch Werte für die Reflexion des Signals ergeben. Die entsprechende Anord-
15 nung ist in Figur 3 gezeigt. Dabei sind der Schallgeber 1 und der Schallempfänger 2 auf der aus Strömungsrichtung 11 des Abgases betrachtet vorderen Seite des Partikelfilters 3 im Abgasrohr 10 eingebaut. Diese Anordnung in Verbindung mit gepulsten
20 Signalen entspricht der Arbeitsweise eines Echolots.

Die Signalauswertung erfolgt analog zu den oben beschriebenen Wegen.

25

Beschreibung des dritten Ausführungsbeispiels

Eine weitere in den Figuren nicht gezeigte Ausführungsform sieht vor, dass nicht ein Lautsprecher
30 oder eine Pfeife als Schallquelle 1 eingesetzt wird, sondern die Schallemission einer bereits vorhandenen Quelle, insbesondere des Motors verwendet wird. Hierbei werden vorteilhafterweise zwei

Schallempfänger verwendet, von denen sich je einer vor und einer hinter dem DPF befindet. Durch die Korrelation zwischen einlaufendem und auslaufendem Schallsignal kann wiederum die Schalltransmission ermittelt werden. Die Fourieranalyse liefert die frequenzaufgelöste Impedanz, welche für die Auswertung des Beladungszustands besonders von Vorteil ist.

10 Wird das Motorgeräusch zeitlich aufgelöst aufgezeichnet und die Werte, welche vor und hinter dem DPF ermittelt werden, miteinander korreliert, so kann neben der Dämpfung auch die Signallaufzeit ermittelt werden. Analog kann die Signallaufzeit bei
15 impulsartigen Schallanregung mit Hilfe eines Schallgebers und eines Schallempfängers bestimmt werden.

Bei bekannter räumlicher Anordnung beider Schallempfänger lässt sich aus der Signallaufzeit die Schallgeschwindigkeit bestimmen. Gleiches gilt bei bekannter räumliche Anordnung von Schallgeber und Schallempfänger. Die Schallgeschwindigkeit verändert sich mit der Wurzel aus der absoluten Gastemperatur, welche beispielsweise zur Kontrolle der DPF Regenerierung von Interesse ist. Durch die Mitbenutzung der erfindungsgemäß verwendeten Komponenten kann ein Temperatursensor eingespart werden bzw. andere Komponenten, wie z.B. ein vorgelagerter
25 Oxidationskatalysator zur Temperaturanhebung, auf
30 seine Funktionsfähigkeit überprüft werden.

Beschreibung eines vierten Ausführungsbeispiels

In einer weiteren in den Figuren nicht dargestellten Ausführungsform werden von einem Schallgeber und/oder Schallempfänger verschiedene Positionen nacheinander durch eine Verschiebeeinrichtung angefahren und so eine höhere radiale Ortsauflösung erreicht.

- 10 Bei der Erfindung wird der innere Zustand des DPF direkt ermittelt. Die Querempfindlichkeit zum Volumenstrom, die bei der Differenzdruckmessung auftritt, wird erheblich verringert. Bei dem Verfahren und der Vorrichtung können kostengünstige Komponenten verwendet werden. Die Erfindung kann auch zur
15 Erkennung von Filterdefekten eingesetzt werden.

Die akustischen Komponenten zur Untersuchung des DPF-Zustands können zudem gleichzeitig weitere Überwachungsfunktionen für den Abgasstrang übernehmen. Aus dem aufgezeichneten Spektrum des Motorgerauschs in Abhängigkeit vom Betriebszustand kann auf einen Defekt im Abgasstrang, z.B. auf eine Leckage, oder auf einen Defekt des Motors geschlossen
20 werden. Dies ist als unterstützende Diagnostik sinnvoll.

Patentansprüche

5

1. Vorrichtung zur Bestimmung des Zustands eines Partikelfilters, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine Schallquelle (1) zum Aussenden eines Schallsignals (1.1) in Richtung des Partikelfilters (3) vorgesehen ist, ein Schallempfänger (2) zum Empfangen des vom Partikelfilter (3) veränderten Schallsignals (1.2) vorgesehen ist, und eine mit dem Schallempfänger (2) verbundene Auswerteeinheit (4) zum Auswerten des empfangenen Schallsignals (1.2) vorgesehen ist.

15

2. Vorrichtung nach Patentanspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallquelle (1) ein Motor, eine Pfeife oder ein Lautsprecher ist.

20

3. Vorrichtung nach Patentanspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallquelle (1) derart ausgebildet ist, dass das erzeugbare Schallsignal (1.1) im Ultraschallbereich liegt.

25

4. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Schallempfänger (2) ein Mikrofon ist.

30

5. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Schallquelle (1) auf der einen Seite des Partikelfilters (3) und der Schallempfänger (2) auf der anderen Seite des Partikelfilters (3) angeordnet sind.

6. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis
4, dadurch gekennzeichnet, dass die Schallquelle
(1) und der Schallempfänger (2) auf einer Seite des
5 Partikelfilters (3) angeordnet sind.

7. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis
4, dadurch gekennzeichnet, dass ein weiterer
Schallempfänger vorgesehen ist, der eine Schallemp-
10 fänger (2) auf der einen Seite des Partikelfilters
(3) und der weitere Schallempfänger auf der anderen
Seite des Partikelfilters (3) angeordnet ist.

8. Vorrichtung nach einem der Patentansprüche 1 bis
15 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Auswerteeinheit
(4) derart ausgebildet ist, dass sie die Amplitude
des Schallsignals (1.2) auswerten und/oder die Pha-
senlage der beiden Schallsignale (1.1, 1.2) mitein-
ander vergleichen kann.

20

9. Verfahren zur Bestimmung des Zustands eines Par-
tikelfilters, dadurch gekennzeichnet, dass mittels
einer Schallquelle (1) ein Schallsignal (1.1) in
Richtung des Partikelfilters (3) gesandt wird, mit-
25 tels eines Schallempfängers (2) das durch den Par-
tikelfilter (3) veränderte Schallsignal (1.2) emp-
fangen wird, und mittels einer Auswerteeinheit (4)
daraus der Zustand des Partikelfilters (4) bestimmt
wird.

30

10. Verfahren nach Patentanspruch 8, dadurch ge-
kennzeichnet, dass die Phase und/oder die Amplitude
des empfangenen Schallsignals (1.2) ausgewertet
werden.

11. Verfahren nach Patentanspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, dass von der Schallquelle (1) ein sinus- oder impulsförmiges Schallsignal erzeugt wird.
5

12. Verfahren nach einem der Patentansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass anhand des ausgesendeten und des empfangenen Schallsignals (1.1, 1.2) die Umgebungstemperatur bestimmt wird.
10

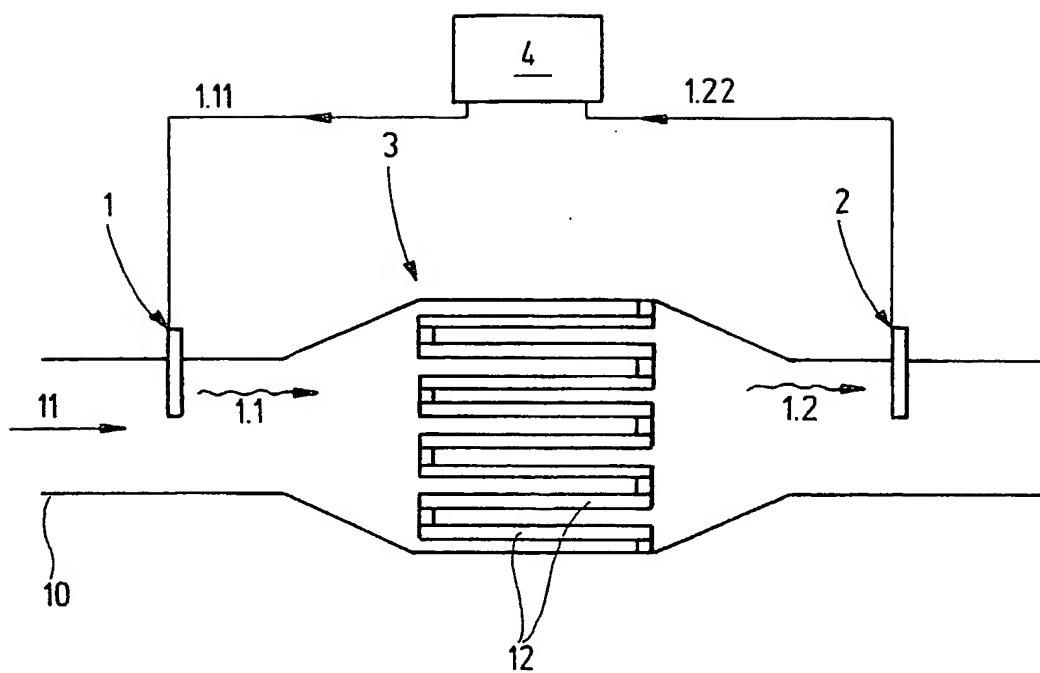


Fig.1

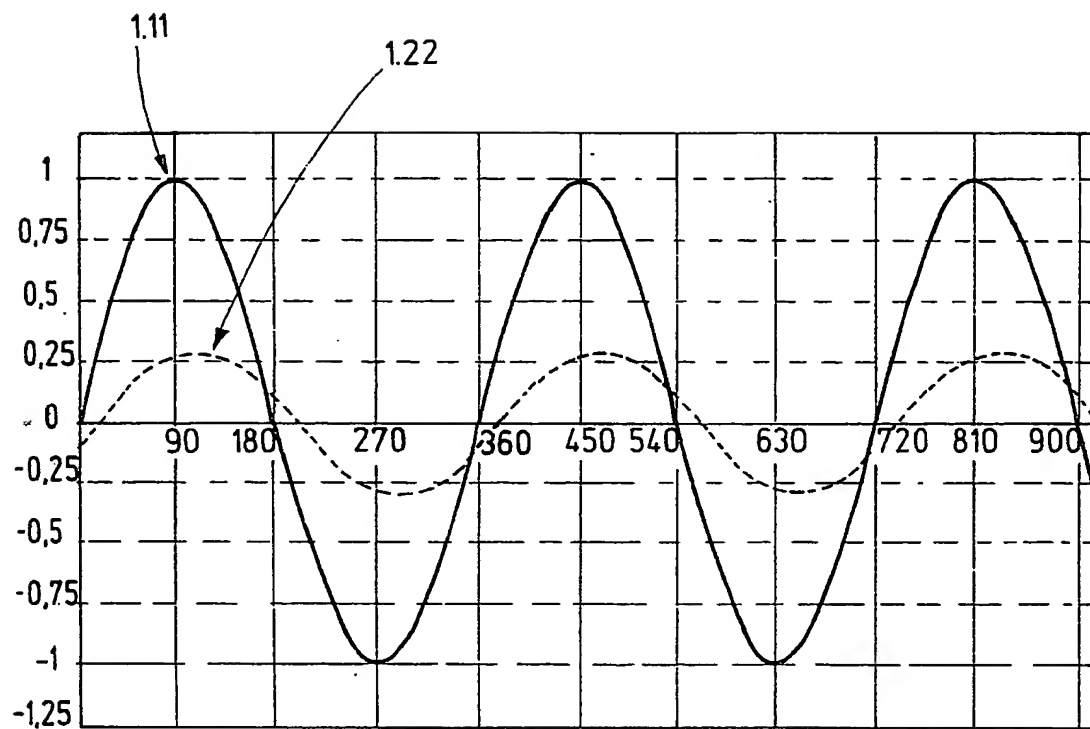


Fig.2

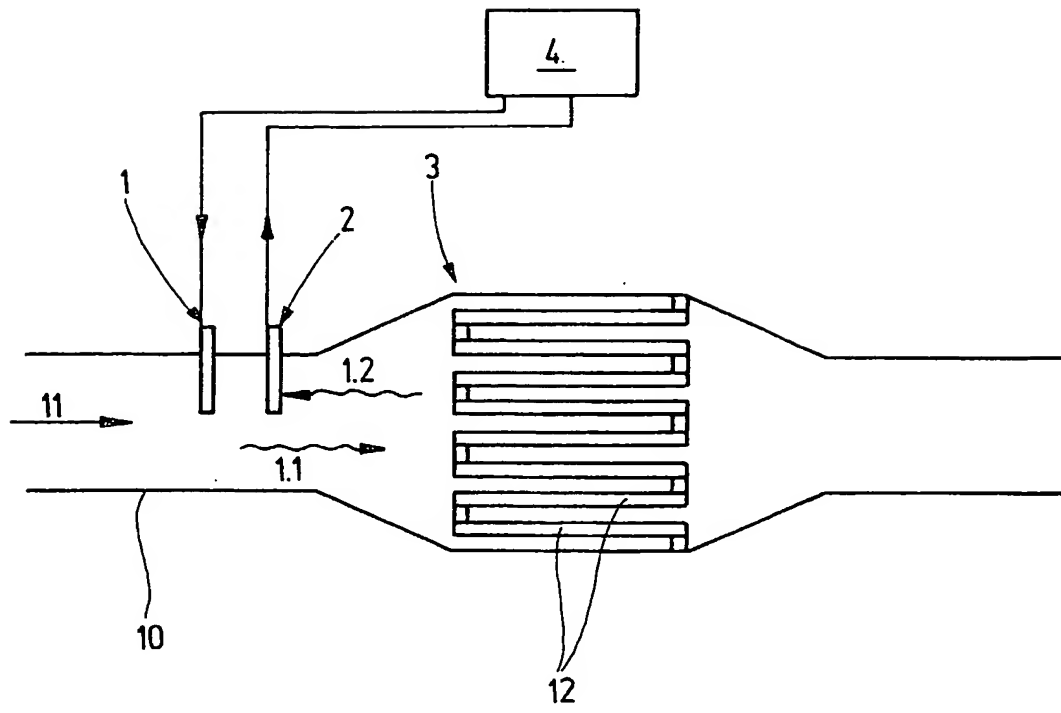


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/03/01934

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 IPC 7 B01D35/143 G01B17/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B01D G01B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	TAKAHASHI K ET AL: "MEASUREMENT OF CAKE THICKNESS ON MEMBRANE FOR MICROFILTRATION OF YEAST USING ULTRASONIC POLYMER CONCAVE TRANSDUCER" JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING OF JAPAN, SOCIETY OF CHEMICAL ENGINEERS. TOKYO, JP, vol. 24, no. 5, 1 October 1991 (1991-10-01), pages 599-603, XP000241639 ISSN: 0021-9592 the whole document	1-6, 8-11
X	GB 2 017 916 A (BENJAMINS L) 10 October 1979 (1979-10-10) abstract	1, 3, 6, 8-11

	---/---	



Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 September 2003

Date of mailing of the international search report

24/09/2003

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Sembritzki, T

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intel. Application No

PCT/EP 03/01934

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 01 43847 A (GNEUSS KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH ;GNEUSS DETLEF (DE)) 21 June 2001 (2001-06-21) claims 5-8; figure 1 ---	1-5,9-11
X	US 6 269 684 B1 (SABINS FRED L ET AL) 7 August 2001 (2001-08-07) column 4, line 33 -column 5, line 63; figure 1 ---	1,6,9-11
X	WO 99 16538 A (ALTEMOSE GEORGE A ;HAQ TANWEER U (US); PALL CORP (US); GEIBEL STEP) 8 April 1999 (1999-04-08) abstract page 32, line 3 - line 22 ---	1,4,9
P,X	WO 03 013707 A (ONDEO DEGREMONT ;SAVALL VINCENT (FR); ROUX JEAN-PIERRE (FR)) 20 February 2003 (2003-02-20) abstract; figure 1 -----	1,2,4,9

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/D/01934

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
GB 2017916	A	10-10-1979	NL 7803563 A DE 2911807 A1 FR 2422143 A1	08-10-1979 11-10-1979 02-11-1979
WO 0143847	A	21-06-2001	DE 19961426 A1 CA 2394407 A1 WO 0143847 A2 EP 1239936 A2 JP 2003516847 T US 2003132146 A1	05-07-2001 21-06-2001 21-06-2001 18-09-2002 20-05-2003 17-07-2003
US 6269684	B1	07-08-2001	NONE	
WO 9916538	A	08-04-1999	CA 2303903 A1 EP 1021240 A1 JP 2001518380 T WO 9916538 A1	08-04-1999 26-07-2000 16-10-2001 08-04-1999
WO 03013707	A	20-02-2003	FR 2828116 A1 WO 03013707 A1	07-02-2003 20-02-2003

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 7 B01D35/143 G01B17/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RESEARCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 7 B01D G01B

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	TAKAHASHI K ET AL: "MEASUREMENT OF CAKE THICKNESS ON MEMBRANE FOR MICROFILTRATION OF YEAST USING ULTRASONIC POLYMER CONCAVE TRANSDUCER" JOURNAL OF CHEMICAL ENGINEERING OF JAPAN, SOCIETY OF CHEMICAL ENGINEERS. TOKYO, JP, Bd. 24, Nr. 5, 1. Oktober 1991 (1991-10-01), Seiten 599-603, XP000241639 ISSN: 0021-9592 das ganze Dokument	1-6, 8-11
X	GB 2 017 916 A (BENJAMINS L) 10. Oktober 1979 (1979-10-10) Zusammenfassung	1, 3, 6, 8-11
	--- -/--	



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
- *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
- *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
- *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
- *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der Internationalen Recherche

17. September 2003

Absendedatum des Internationalen Recherchenberichts

24/09/2003

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Sembritzki, T

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 01 43847 A (GNEUSS KUNSTSTOFFTECHNIK GMBH ;GNEUSS DETLEF (DE)) 21. Juni 2001 (2001-06-21) Ansprüche 5-8; Abbildung 1 ---	1-5,9-11
X	US 6 269 684 B1 (SABINS FRED L ET AL) 7. August 2001 (2001-08-07) Spalte 4, Zeile 33 -Spalte 5, Zeile 63; Abbildung 1 ---	1,6,9-11
X	WO 99 16538 A (ALTEMOSE GEORGE A ;HAQ TANWEER U (US); PALL CORP (US); GEIBEL STEP) 8. April 1999 (1999-04-08) Zusammenfassung Seite 32, Zeile 3 - Zeile 22 ---	1,4,9
P,X	WO 03 013707 A (ONDEO DEGREMONT ;SAVALL VINCENT (FR); ROUX JEAN-PIERRE (FR)) 20. Februar 2003 (2003-02-20) Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1,2,4,9

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die derselben Patentfamilie gehören

Internationales Patentsymbol

PCT/DE 03/01934

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
GB 2017916 A	10-10-1979	NL 7803563 A DE 2911807 A1 FR 2422143 A1	08-10-1979 11-10-1979 02-11-1979
WO 0143847 A	21-06-2001	DE 19961426 A1 CA 2394407 A1 WO 0143847 A2 EP 1239936 A2 JP 2003516847 T US 2003132146 A1	05-07-2001 21-06-2001 21-06-2001 18-09-2002 20-05-2003 17-07-2003
US 6269684 B1	07-08-2001	KEINE	
WO 9916538 A	08-04-1999	CA 2303903 A1 EP 1021240 A1 JP 2001518380 T WO 9916538 A1	08-04-1999 26-07-2000 16-10-2001 08-04-1999
WO 03013707 A	20-02-2003	FR 2828116 A1 WO 03013707 A1	07-02-2003 20-02-2003